

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-168343

(43)Date of publication of application : 22.06.1999

(51)Int.Cl.

H03H 9/13

H03H 9/10

H03H 9/17

(21)Application number : 09-334027

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.1997

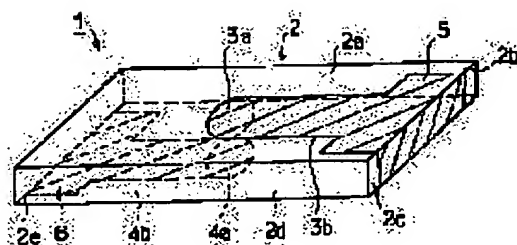
(72)Inventor : WAJIMA MASAYA

## (54) THICKNESS VERTICAL PIEZOELECTRIC RESONATOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a miniaturized thickness vertical piezoelectric resonator utilizing higher harmonics of a thickness vertical vibration mode capable of effectively suppressing the spurious caused by the fundamental wave.

**SOLUTION:** This thickness vertical piezoelectric resonator 1 is a piezoelectric resonator of an energy confinement type utilizing higher harmonics of a thickness vertical vibration mode and is composed by forming first and second excitation electrodes 3a and 4a so as to face each other on the front and back partially through a piezoelectric substrate 2 on both main surfaces of the piezoelectric substrate 2. First and second extraction electrodes 3b and 4b are respectively connected to the first and second excitation electrodes 3a and 4a, while first and second terminal electrodes 5 and 6 formed so as to be along one end edge of the piezoelectric substrate are respectively connected to the first and second extraction electrodes 3b and 4b. A spurious suppression electrode is connected to a part of at least one of the first and second extraction electrodes 3b and 4b.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.12.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 02.04.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-07338

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 25.04.2002

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 6 8 3 4 3

(43) 公開日 平成11年(1999)6月22日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 3 H 9/13  
9/10  
9/17

H 0 3 H 9/13  
9/10  
9/17

A

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 1 1 頁)

(21) 出願番号 特願平9-334027

(22) 出願日 平成9年(1997)12月4日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72) 発明者 輪島 正哉

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

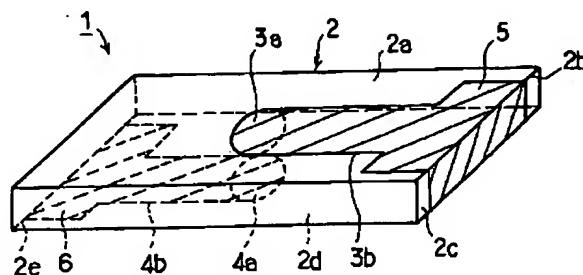
(74) 代理人 弁理士 宮▼崎▲ 主税 (外1名)

(54) 【発明の名称】 厚み縦圧電共振子

(57) 【要約】

【課題】 基本波に起因するスプリアスを効果的に抑圧し得ると共に小型化を図り得る、厚み縦振動モードの高調波を利用した厚み縦圧電共振子を得る。

【解決手段】 厚み縦振動モードの高調波を利用したエネルギー閉じ込め型の圧電共振子であって、圧電基板2の両主面において部分的にかつ圧電基板2を介して表裏対向するように第1、第2の励振電極3a、4aを形成してなり、第1、第2の励振電極3a、4aにそれぞれ第1、第2の引き出し電極3b、4bを連ね、第1、第2の引き出し電極3b、4bに、それぞれ、圧電基板の一端縁に沿うように形成されている第1、第2の端子電極5、6を接続してなり、第1、第2の引き出し電極3b、4bの少なくとも一方の一部にスプリアス抑制電極部を連ねた厚み縦圧電共振子1。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 厚み縦振動モードの高調波を利用したエネルギー閉じ込め型の圧電共振子であって、  
圧電基板と、

圧電基板の両主面において部分的に設けられており、かつ圧電基板を介して表裏対向するように形成されている第 1、第 2 の励振電極と、

第 1、第 2 の励振電極にそれぞれ連ねられており、かつ圧電基板の一端縁に向かって延ばされている第 1、第 2 の引き出し電極と、

第 1 または第 2 の引き出し電極に接続されており、かつ圧電基板の一端縁に沿うように形成されている第 1、第 2 の端子電極とを備え、

前記第 1、第 2 の引き出し電極の少なくとも一方の一部に連ねられて設けられたスプリアス抑制電極部をさらに備えることを特徴とする、厚み縦圧電共振子。

【請求項 2】 前記スプリアス抑制電極部が前記引き出し電極の幅を増加させるように引き出し電極の引き出し方向と交差する方向に形成されている、請求項 1 に記載の厚み縦圧電共振子。

【請求項 3】 前記引き出し電極のスプリアス抑制電極部が設けられている部分の幅方向寸法が、励振電極の該幅方向寸法の  $1/2$  以上とされている、請求項 1 または 2 に記載の厚み縦圧電共振子。

【請求項 4】 引き出し電極のスプリアス抑制電極が設けられている部分の幅方向寸法が、励振電極の該幅方向寸法以上とされていることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の厚み縦圧電共振子。

【請求項 5】 第 1 の励振電極が圧電基板の一方主面において略中央に設けられた円形の形状を有し、第 2 の励振電極、第 2 の引き出し電極及び第 2 の端子電極が第 1 の励振電極と表裏対向する領域を含む一つの矩形の電極膜により構成されており、該矩形の電極膜の内、第 1 の励振電極と表裏対向する領域が第 2 の励振電極部とされている、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の厚み縦圧電共振子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、厚み縦振動モードの高調波を利用した厚み縦圧電共振子に関し、より詳細には、電極形状の改良により基本波に起因するスプリアスの抑圧を可能とした厚み縦圧電共振子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】例えばマイクロコンピュータなどのクロック信号を発生するのに用いられる MHz 帯の圧電発振子として、厚み縦振動モードの高調波を利用した圧電共振子が知られている。この種の圧電共振子においては、厚み縦振動の高調波を利用するものであるため、厚み縦振動の基本波による応答がスプリアスとなる。従って、基本波に起因するスプリアスの抑圧が強く求められてい

る。

【0003】特開平 4 - 2 1 6 2 0 8 号公報には、浮き電極を用いて基本波に起因するスプリアスを抑圧することを可能とした、厚み縦振動の 3 倍波を利用した圧電共振子が開示されている。

【0004】図 15 に、上記先行技術に記載の圧電共振子の構造を示す。圧電共振子 6 1 では、矩形の圧電基板 6 2 の上面中央に振動電極 6 3 が、下面中央に振動電極 6 4 が形成されている。振動電極 6 3、6 4 は、圧電基板 6 2 を介して表裏対向されている。

【0005】振動電極 6 3 は、引き出し電極 6 5 a を介して圧電基板 6 2 の短辺側の端縁に沿って形成された端子電極 6 5 b に接続されている。他方、振動電極 6 4 は、圧電基板 6 2 の下面において、引き出し電極 6 6 a を介して短辺側の端縁に沿って形成された端子電極 6 6 b に電気的に接続されている。

【0006】また、圧電基板 6 2 の上面には、一对の長辺側端縁に沿うように浮き電極 6 7 a、6 7 b が、下面においては、浮き電極 6 7 a、6 7 b に対して圧電基板 6 2 を介して表裏対向するように浮き電極 6 7 c、6 7 d がそれぞれ形成されている。

【0007】圧電共振子 6 1 では、振動電極 6 3、6 4 が対向している部分が振動部を構成しており、厚み縦振動の 3 倍波が該振動部に閉じ込められる。基本波は、振動部を中心としてその周囲に伝搬するが、浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d の機械的負荷と圧電短絡効果とにより、浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d が形成されている部分に基本波の振動エネルギーが吸収され、基本波に起因する不要スプリアスの抑圧が図られるとされている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記圧電共振子 6 1 では、浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d を、圧電基板 6 2 の短辺に沿う方向において振動部の両側に形成しなければならず、従って浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d を形成した分だけ小型化を進めることができないという問題があった。特に、基本波を浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d が設けられている領域に誘導するには、浮き電極 6 7 a ～ 6 7 d の面積を大きくしなければならないため、基本波に起因するスプリアスの抑圧と圧電共振子 6 1 の小型化とを両立することは非常に困難であった。

【0009】本発明の目的は、厚み縦振動モードの高調波を利用した厚み縦圧電共振子において、基本波に起因する不要スプリアスを効果的に抑圧することができると共に、小型化を図り得る厚み縦圧電共振子を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、厚み縦振動モードの高調波を利用したエネルギー閉じ込め型の圧電共振子であって、圧電基板と、圧電基板の両主面において部分的に設けられており、かつ圧電基

板を介して表裏対向するように形成されている第 1、第 2 の励振電極と、第 1、第 2 の励振電極にそれぞれ連ねられており、かつ圧電基板の一端縁に向かって延ばされている第 1、第 2 の引き出し電極と、第 1 または第 2 の引き出し電極に接続されており、かつ圧電基板の一端縁に沿うように形成されている第 1、第 2 の端子電極とを備え、前記第 1、第 2 の引き出し電極の少なくとも一方の一部に連ねられて設けられたスプリアス抑制電極部をさらに備えることを特徴とする。

【0011】また、請求項 2 に記載の発明では、前記スプリアス抑制電極部が前記引き出し電極の幅を増加させるように引き出し電極の引き出し方向と交差する方向に形成されている。

【0012】請求項 3 に記載の発明では、前記引き出し電極のスプリアス抑制電極部が設けられている部分の幅方向寸法が、励振電極の該幅方向寸法の  $1/2$  以上とされている。

【0013】好ましくは、請求項 4 に記載のように、引き出し電極のスプリアス抑制電極が設けられている部分の幅方向寸法が、励振電極の該幅方向寸法以上とされている。

【0014】請求項 5 に記載の発明では、第 1 の励振電極が圧電基板の一方主面において略中央に設けられた円形の形状を有し、第 2 の励振電極、第 2 の引き出し電極及び第 2 の端子電極が第 1 の励振電極と表裏対向する領域を含む一つの矩形の電極膜により構成されており、該矩形の電極膜の内、第 1 の励振電極と表裏対向する領域が第 2 の励振電極部とされている。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しつつ本発明に係る厚み縦圧電共振子の非限定的な実施例を挙げることで、本発明を明らかにする。

【0016】図 1 は、本発明の第 1 の実施例に係る厚み縦圧電共振子を示す斜視図である。厚み縦圧電共振子 1 は、矩形板状の圧電基板 2 を用いて構成されている。圧電基板 2 は、例えば、チタン酸ジルコン酸鉛系セラミックスのような圧電セラミックス、あるいは水晶、 $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$  などの圧電単結晶により構成される。圧電基板 2 が圧電セラミックスにより構成されている場合には、厚み方向に分極処理されている。

【0017】圧電基板 2 の上面 2 a には、矩形の第 1 の励振電極 3 a が略中央に形成されている。第 1 の励振電極 3 a と連ねられて、引き出し電極 3 b が第 1 の励振電極 3 a から圧電基板 2 の短辺側の端縁 2 b に向かって延びるように形成されている。引き出し電極 3 b の外側端部は、圧電基板 2 の短辺側端縁 2 b に沿うように形成された端子電極 5 に電気的に接続されている。

【0018】ところで、第 1 の励振電極 3 a は、円形の形状を有し、その引き出し電極 3 b と連ねられている部分の外縁を一点鎖線で示す。すなわち、本実施例では、

引き出し電極 3 b の幅と第 1 の励振電極 3 a の該幅方向に沿う寸法、すなわち径とが等しくされており、かつ引き出し電極 3 b が励振電極 3 a に連ねられている。なお、本明細書において、第 1、第 2 の引き出し電極の幅方向寸法とは、第 1、第 2 の引き出し電極の引き出し方向と直交する方向の寸法をいうものとする。

【0019】第 1 の端子電極 5 は、圧電基板 2 の上面 2 a において、短辺側端縁 2 b に沿うように形成されており、その幅寸法は、第 1 の引き出し電極 3 b の幅よりも大きくされている。また、第 1 の端子電極 5 は、圧電基板 2 の上面 2 a から端面 2 c を経て下面 2 d に至るように形成されている。

【0020】他方、圧電基板 2 の下面においても、略中央領域に円形の第 2 の励振電極 4 a が形成されている。第 2 の励振電極 4 a は、第 1 の励振電極 3 a と圧電基板 2 を介して表裏対向するように形成されている。第 2 の励振電極 4 a には、第 2 の引き出し電極 4 b が連ねられている。第 2 の引き出し電極 4 b は、その幅方向寸法が、第 2 の励振電極 4 a の径、すなわち上記幅方向寸法と同一とされている。

【0021】また、第 2 の引き出し電極 4 b は、圧電基板 2 の下面 2 d において短辺側端縁 2 e に沿うように形成された第 2 の端子電極 6 に電気的に接続されている。第 2 の端子電極 6 の幅方向寸法は、第 2 の引き出し電極 4 b の幅方向寸法よりも大きくされている。

【0022】厚み縦圧電共振子 1 では、端子電極 5、6 が、いずれも圧電基板 2 の下面 2 d に至る部分を有するため、図示の向きのまま例えばプリント回路基板などに容易に表面実装することができる。

【0023】厚み縦圧電共振子 1 では、端子電極 5、6 から交流電圧を印加することにより、第 1、第 2 の励振電極 3 a、4 a が表裏対向している振動部が圧電効果により厚み縦振動モードで励振される。この場合、厚み縦振動の 3 倍波が振動部に閉じ込められるが、厚み縦振動の基本波については、振動部外へ伝搬する。従って、上記厚み縦振動の基本波の振動に起因するスプリアスが問題となる。

【0024】本実施例の厚み縦圧電共振子 1 では、上記基本波に起因する不要スプリアスを抑圧するために、引き出し電極 3 b、4 b の幅を拡げ、引き出し電極 3 b、4 b にスプリアス抑制電極部が設けられている。すなわち、本実施例の厚み縦圧電共振子 1 では、第 1、第 2 の引き出し電極 3 b、4 b は、単に第 1、第 2 の励振電極 3 a、4 a と端子電極 5、6 とをそれぞれ電気的に接続する機能を果たすだけでなく、基本波に起因するスプリアスを抑圧する機能も果たす。

【0025】上記のように、引き出し電極 3 b、4 b の幅方向寸法を増大させることにより、すなわちスプリアス抑制電極部を設けることにより、基本波に起因するスプリアスが効果的に抑圧されるのは、該スプリアス抑制

電極部を設けたことにより、基本波が引き出し電極 3 b, 4 b に誘導され、圧電基板 2 の長手方向両端まで基本波が効果的に導かれることによる。

【0026】他方、端子電極 5, 6 は、導電性接合剤などを介して外部と電気的に接続される部分であると共に機械的に固定される部分でもある。従って、上記スプリアス抑制電極部により端子電極 5, 6 が設けられている部分、すなわち圧電基板 2 の長手方向両端部分まで基本波が効果的に導かれた後、該基本波が上記固定部分により効果的にダンピングされ、基本波に起因するスプリアスが抑圧される。

【0027】また、スプリアス抑制電極部は引き出し電極 3 b, 4 b に一体に設けられており、圧電基板 2 の短辺方向においては振動部の両側に浮き電極等を形成する必要がないため、厚み縦圧電共振子 1 の小型化を妨げることもない。

【0028】なお、スプリアス抑制電極部が設けられた引き出し電極 3 b, 4 b の幅方向寸法については、基本波に起因するスプリアスを抑制し得る限り特に限定されるわけではないが、好ましくは、第 1, 第 2 の励振電極 3 a, 4 a の幅方向寸法を図 2 に示すように  $d$  とした場合、第 1, 第 2 の引き出し電極 3 b, 4 b の幅  $D$  は、 $D = (1/2) d$  以上とすることが望ましい。 $1/2$  未満の場合には、引き出し電極 3 b, 4 b の幅を増大させてスプリアス抑制電極部を設けたことによる効果、すなわち基本波に起因するスプリアスを抑制する効果が十分に得られないことがある。

【0029】上記第 1, 第 2 の励振電極 3 a, 4 a の幅方向寸法  $d$  を一定とし、第 1, 第 2 の引き出し電極 3 b, 4 b の幅  $D$  を種々変化させた場合の基本波スプリアスの大きさの変化を図 14 に示す。図 14 は、平面形状が  $2.2 \times 1.1$  mm であり、中心周波数が 30 MHz であり、第 1, 第 2 の励振電極 3 a, 4 a の幅方向寸法  $d$  が 0.7 mm の圧電共振子 1 において、第 1, 第 2 の引き出し電極 3 b, 4 b の幅  $D$  を 0.2 ~ 0.7 mm まで変化させた場合の基本波に起因するスプリアス、すなわち基本波の位相差の最大値を示す。図 14 から明らかなように、 $D$  を 0.35 mm 以上とした場合、基本波に起因するスプリアスが低減されることがわかる。より好ましくは、上記第 1, 第 2 の引き出し電極 3 b, 4 b の幅  $D$  は、第 1, 第 2 の励振電極 3 a, 4 a の幅方向寸法  $d$  以上とすることが望ましい。

【0030】次に、具体的な実験例を挙げることにより、上記第 1, 第 2 の引き出し電極にスプリアス抑制電極部を設けたことによる基本波スプリアス抑制効果を説明する。

【0031】上記厚み縦圧電共振子 1 を用い、図 3 及び図 4 に示すチップ型圧電共振部品を作製した。すなわち、絶縁材料からなり、上方に矩形的開口 8 a を有するケース本体 8 と、平板状の絶縁材料からなる蓋材 9 とに

よりケースを構成し、該ケース内に厚み縦圧電共振子 1 を収納した。

【0032】ケース本体 8 には、外部電極 10 a, 10 b が形成されている。外部電極 10 a, 10 b は、ケース本体 8 の長手方向両端近傍において形成されている。また、外部電極 10 a, 10 b は、それぞれ、開口 8 a 内、ケース本体 8 の一対の側面 8 b, 8 c 及び下面 8 d に至るように形成されている。

【0033】他方、ケース本体 8 の開口 8 a 内では、導電性接着剤 11 a, 11 b を介して厚み縦圧電共振子 1 が接合されている。この場合、導電性接着剤 11 a により端子電極 6 が外部電極 10 a に接続される。また、導電性接着剤 11 b により端子電極 5 が外部電極 10 b に接続される。

【0034】また、蓋材 9 は、図示しない絶縁性接着剤を用いてケース本体 8 に接合されており、それによってケース内が封止される。このようにして得られたチップ型圧電共振部品 11 では、外部電極 10 a, 10 b が、ケース本体 8 の側面 8 b, 8 c 及び下面 8 d に至るように形成されているため、プリント回路基板などに容易に表面実装することができる。

【0035】また、厚み縦圧電共振子 1 では、上記のように、基本波が、スプリアス抑制電極部が設けられた第 1, 第 2 の引き出し電極 3 b, 4 b により圧電基板 2 の両端に効果的に導かれる。加えて、圧電基板 2 の両端近傍が、導電性接着剤 11 a, 11 b を介してケース本体 8 に接合されるため、漏洩してきた基本波が該固定構造により効果的にダンピングされる。従って、基本波に起因する不要スプリアスを効果的に抑圧することができる。

【0036】いま、上記チップ型圧電共振部品を以下の仕様で作製し、厚み縦振動モードの 3 倍波及び基本波の応答を測定した。結果を図 5 及び図 6 に示す。なお、厚み縦圧電共振子 1 としては、圧電基板が  $2.2 \times 1.1 \times$  厚み 0.25 mm であり、チタン酸鉛からなるものを用い、第 1, 第 2 の励振電極 3 a, 4 a の径は 0.7 mm とし、厚み縦振動の 3 倍波が 30 MHz の周波数位置に表れるように構成した。

【0037】比較のために、図 7 に示すスプリアス抑制電極部を有しない厚み縦圧電共振子 7 1 を作製し、同様にケース本体 8 及びケース 9 並びに導電性接着剤 11 a, 11 b を用いてチップ型圧電共振部品を作製し、その特性を測定した。なお、図 7 に示す比較例の厚み縦圧電共振子 7 1 では、実施例の厚み縦圧電共振子 1 と同じ圧電基板を用い、第 1, 第 2 の励振電極についても、実施例と同様に直径 0.7 mm とした。すなわち、引き出し電極 7 3 b, 7 4 b の幅を、0.3 mm としたことを除いては、上記実施例の厚み縦圧電共振子 1 と同様に構成した。

【0038】図 8 及び図 9 に、比較例のチップ型圧電共

振動部の厚み縦振動の 3 倍波及び厚み縦振動の基本波の応答をそれぞれ示す。図 8、図 9 に示した特性と、図 5 及び図 6 に示した特性とを比較すれば明かなように、比較例の厚み縦圧電共振子 71 を用いた場合、基本波のスプリアスは、基本波の位相最大値で 78.6 度と大きいのに対し、実施例では、基本波スプリアスの位相最大値が 61.5 度と小さく、従って基本波に起因するスプリアスが効果的に抑圧されていることがわかる。

【0039】なお、上記第 1、第 2 の励振電極、第 1、第 2 の引き出し電極及び第 1、第 2 の端子電極等を構成する材料については、特に限定されず、従来より圧電共振子に用いられている適宜の電極材料、例えば Ag、Cu、Ag-Pd 合金などを用いることができる。また、第 1、第 2 の励振電極については、上記実施例のように平面形状が円形のものに限られず、正方形や長方形など任意の形状とすることができる。

【0040】図 10 は、本発明の第 2 の実施例に係る厚み縦圧電共振子を示す斜視図である。第 2 の実施例の厚み縦圧電共振子 21 では、圧電基板 22 の一方主面にのみスプリアス抑制電極部が設けられた引き出し電極が構成されている。

【0041】すなわち、圧電基板 22 の上面 22a の略中央には、平面形状が円形の第 1 の励振電極 23a が形成されている。第 1 の励振電極 23a は、引き出し電極 23b を介して端子電極 25 に接続されている。端子電極 25 は、圧電基板 22 の上面 22a から端面 22b を経て下面 22c に至るように形成されている。

【0042】他方、圧電基板 22 の下面 22c においては、圧電基板 22 の短辺側端縁 22d から中央に向かって圧電基板 22 の全幅に至る幅寸法を有する矩形の電極 26 が形成されている。電極 26 は、第 1 の励振電極 23a と圧電基板 22 を介して表裏対向する位置まで延ばされている。本実施例では、電極 26 のうち、第 1 の励振電極 23a と圧電基板 22 を介して表裏対向する電極部分、すなわち図 10 に示す円形の電極部分 26a が第 2 の励振電極を構成している。また、電極 26 のうち、端縁 22d 近傍部分が外部と接続するための端子電極部分を構成し、その他の部分、すなわち端子電極部分と第 2 の励振電極部 26a とを結ぶ部分が、第 2 の引き出し電極と第 2 の引き出し電極の引き出し方向側方に連ねられたスプリアス抑制電極部とを構成している。

【0043】すなわち、厚み縦圧電共振子 21 では、圧電基板 22 の上面 22a においては、従来の厚み縦圧電共振子と同様に、励振電極 23a 及び引き出し電極 23b が形成されているのに対し、圧電基板 22 の下面において、本発明に従ってスプリアス抑制電極が連ねられた第 2 の引き出し電極が構成されている。

【0044】本実施例においても、端子電極 25 と電極 26 との間に交流電圧を印加した場合、振動部（第 1 の励振電極 23a と第 2 の励振電極部 26a が表裏対向し

ている部分）が厚み縦振動モードで励振され、厚み縦振動の 3 倍波が振動部に効果的に閉じ込められる。また、厚み縦振動の基本波については、振動部外に伝搬するが、矩形の電極 26 が設けられているため、すなわち第 2 の引き出し電極及び第 2 の引き出し電極に一体に設けられたスプリアス抑制電極により、基本波が端縁 22d 側に効果的に導かれる。従って、電極 26 を端縁 22d 近傍で固定することにより、基本波をダンピングすることができ、基本波に起因するスプリアスを効果的に抑制することができる。

【0045】圧電共振子 21 において、基本波に起因するスプリアスを効果的に抑圧し得ることを、具体的な実験例に基づき説明する。上記圧電共振子 21 として、以下の仕様のものを作製した。

【0046】すなわち、上述した第 1 の実施例の実験例と同様の圧電基板を用い、上面に、直径 0.7 mm の円形の第 1 の励振電極 23a と、幅 0.3 mm の第 1 の引き出し電極 23b を形成した。すなわち、上面の電極構造は上述した比較例と同様とした。また、圧電基板 22 の下面には、幅 1.1 × 長さ 1.45 mm の矩形の電極 26 を形成した。

【0047】上記のようにして得られた 3 倍波の波長が 34 MHz である厚み縦圧電共振子 21 を用い、図 3 及び図 4 に示したチップ型圧電共振部品と同様にしてチップ型部品を作製し、その特性を測定した。厚み縦振動の 3 倍波及び基本波の応答を、それぞれ、図 11 及び図 12 に示す。

【0048】図 12 から明かなように、第 2 の実施例に係る圧電共振子 21 を用いた場合においても、基本波に起因するスプリアスの位相最大値は 57 度と小さく、従って、上述した比較例の厚み縦圧電共振子を用いた場合に比べ、基本波に起因するスプリアスを効果的に抑圧し得ることがわかる。

【0049】また、第 2 の実施例に係る厚み縦圧電共振子 21 では、下面に形成された電極 26 が矩形の形状を有し、圧電基板 22 の下面の全幅に至るように形成されているため、励振電極 23a と第 2 の励振電極部 26a との重なり精度を高めることもできる。

【0050】すなわち、図 13 (a) に示すように、第 1 の励振電極 23a が矩形の電極 26 と正しく重ねられている場合に対し、第 1 の励振電極 23a、引き出し電極 23b 及び端子電極 25 の印刷位置が、圧電基板 22 の長さ方向にずれたとしても、図 13 (b) に示すように、第 1 の励振電極 23a が矩形の電極 26 に表裏対向し得る領域にある限り、振動部の面積が変化することはない。すなわち、一方の励振電極が矩形の電極 26 の一部を用いて構成されているので、電極 26 と第 1 の励振電極 23a との重なり面積の精度を高めることができ、あるいは第 1 の励振電極 23a の印刷に際しての許容度を広げることができる。

【0051】また、第1の励振電極23aの幅方向に第1の励振電極23aの印刷位置がずれた場合であっても、同様に、第1の励振電極23aを下方に投影した部分が矩形の電極26内に収まる限り、所望とする面積の振動部を確実に構成することができる。

【0052】なお、本発明においては、上記スプリアス抑制電極部におけるスプリアス抑制効果を高めるために、スプリアス抑制電極部にさらに樹脂層を積層しダンピング効果を高めてもよい。このような樹脂層を構成する材料としては、例えばエポキシ樹脂、シリコーン樹脂など適宜の樹脂を用いることができ、特にスプリアス抑制電極部上への形成が容易であるため、シリコーン系接着剤やエポキシ系接着剤などの接着剤を用いることが望ましい。

【0053】

【発明の効果】請求項1に記載の発明に係る厚み縦圧電共振子では、第1、第2の励振電極に連ねられている第1、第2の引き出し電極の少なくとも一方の一部にスプリアス抑制電極部が連ねられているため、厚み縦振動モードの基本波が第1、第2の引き出し電極により圧電基板の端部に向かって効果的に導かれる。従って、第1、第2の引き出し電極に接続された第1、第2の端子電極を用いて厚み縦圧電共振子を固定することにより、導かれてきた基本波を効果的にダンピングすることができ、基本波に起因するスプリアスを抑圧することができ、良好な共振特性を有する厚み縦振動モードの高調波を利用した厚み縦圧電共振子を提供することができる。

【0054】また、従来の厚み縦圧電共振子では、圧電基板の短辺に沿う方向において振動部の両側に浮き電極を形成する必要があったため、基本波の抑圧を浮き電極により図った場合、圧電共振子の小型化が妨げられていたのに対し、請求項1に記載の発明では、上記スプリアス抑制電極部は引き出し電極の一部に連ねられて設けられているので、小型化を妨げることもない。

【0055】請求項2に記載の発明では、スプリアス抑制電極部が、引き出し電極の幅を増加させるように引き出し電極の引き出し方向と交差する方向に連ねられて形成されているので、引き出し電極の形成に際し、同一工程により上記スプリアス抑制電極部を容易に形成することができる。

【0056】請求項2に記載の発明に係る厚み縦圧電共振子では、スプリアス抑制電極部が引き出し電極の幅を増加させるように引き出し電極の引き出し方向と交差する方向に形成されているので、引き出し電極の形成に際し、その幅を増大させるだけでスプリアス抑制電極部を容易に形成することができると共に、基本波に起因するスプリアスを抑制しつつ厚み縦圧電共振子の小型化を図ることができる。

【0057】請求項5に記載の発明に係る厚み縦圧電共振子では、第1の励振電極が圧電基板の一方主面におい

て略中央に設けられた円形の形状を有し、第2の励振電極、第2の引き出し電極及び第2の端子電極が第1の励振電極と表裏対向する領域を含む一つの矩形の電極膜により構成されており、該矩形の電極膜の内第1の励振電極と表裏対向する領域が第2の励振電極部とされているため、該矩形の電極膜において第2の引き出し電極の側方にスプリアス抑圧電極部が構成されて基本波に起因するスプリアスを抑圧し得ると共に、第1の励振電極と第2の励振電極部との重なり面積のばらつきを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子を示す斜視図。

【図2】第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子の平面図。

【図3】第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子を用いたチップ型圧電共振部品の斜視図。

【図4】第1の実施例の厚み縦圧電共振子を用いて構成されたチップ型圧電共振部品の外観を示す斜視図。

【図5】第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子を用いたチップ型圧電共振子の厚み縦振動モードの3倍波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図6】第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子を用いたチップ型圧電共振部品における基本波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図7】比較のために用意した厚み縦圧電共振子を説明するための平面図。

【図8】比較例の厚み縦圧電共振子を用いて構成されたチップ型圧電共振部品の厚み縦振動の3倍波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図9】比較例の厚み縦圧電共振子を用いて構成されたチップ型圧電共振部品の厚み縦振動の基本波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図10】本発明の第2の実施例に係る厚み縦圧電共振子を示す斜視図。

【図11】第2の実施例に係る厚み縦圧電共振子を用いて構成されたチップ型圧電共振部品における厚み縦振動の3倍波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図12】第2の実施例に係る厚み縦圧電共振子を用いて構成されたチップ型圧電共振部品における厚み縦振動の基本波の応答を説明するための共振特性を示す図。

【図13】(a)及び(b)は、それぞれ、第2の実施例に係る厚み縦圧電共振子における励振電極の重なり状態を説明するための各平面図。

【図14】第1の実施例に係る厚み縦圧電共振子において、引き出し電極の幅方向寸法Dを変化させた場合の基本波に起因するスプリアスの変化を示す図。

【図15】従来の厚み縦圧電共振子の一例を示す斜視図。

【符号の説明】



11

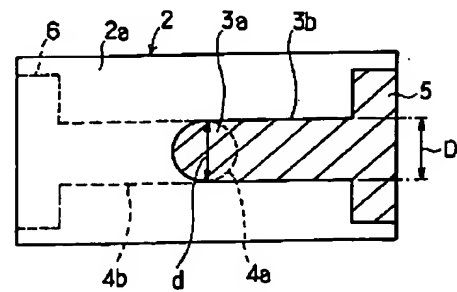
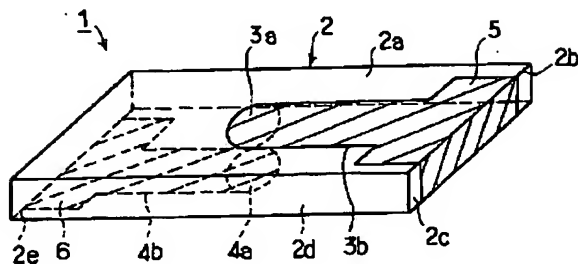
12

- 1…厚み縦圧電共振子  
 2…圧電基板  
 2 a…上面  
 2 b…短辺側端縁  
 2 c…端面  
 2 d…下面  
 2 e…短辺側端縁  
 3 a, 4 a…第 1, 第 2 の励振電極  
 3 b, 4 b…第 1, 第 2 の引き出し電極  
 5…第 1 の端子電極  
 6…第 2 の端子電極  
 D…第 1, 第 2 の引き出し電極の幅方向寸法

- d…第 1, 第 2 の励振電極の幅方向寸法  
 2 1…厚み縦圧電共振子  
 2 2…圧電基板  
 2 2 a…上面  
 2 2 b…端面  
 2 2 c…下面  
 2 2 d…短辺側の端縁  
 2 3 a…第 1 の励振電極  
 2 3 b…第 1 の引き出し電極  
 2 5…第 1 の端子電極  
 2 6…電極  
 2 6 a…第 2 の励振電極部

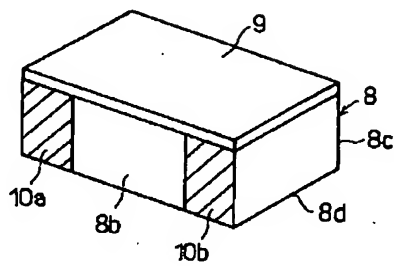
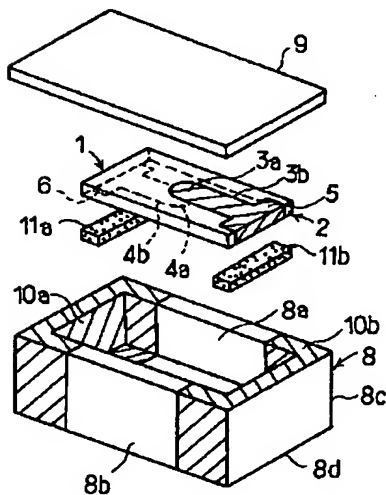
【図 1】

【図 2】

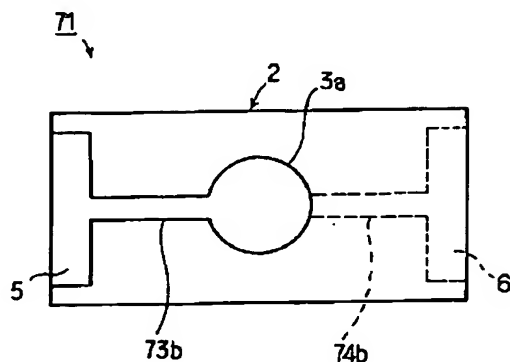


【図 3】

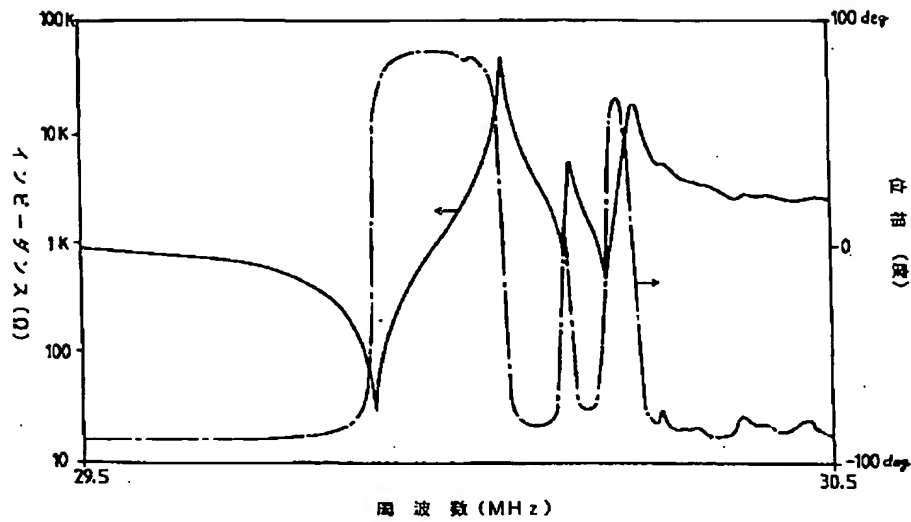
【図 4】



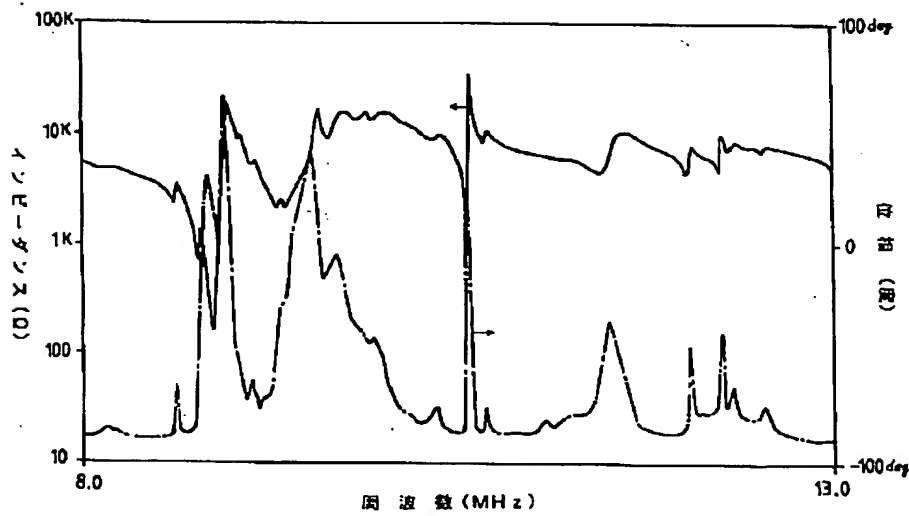
【図 7】



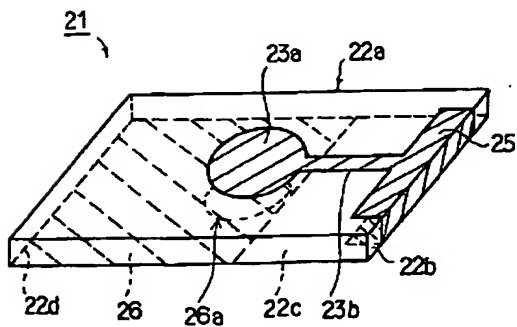
【図 5】



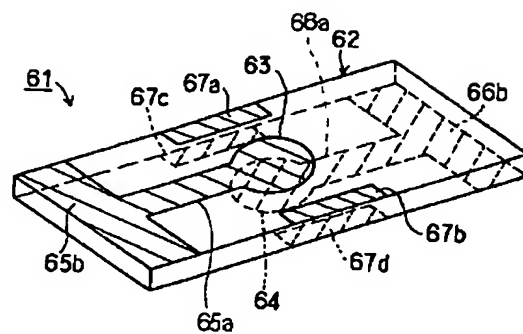
【図 6】



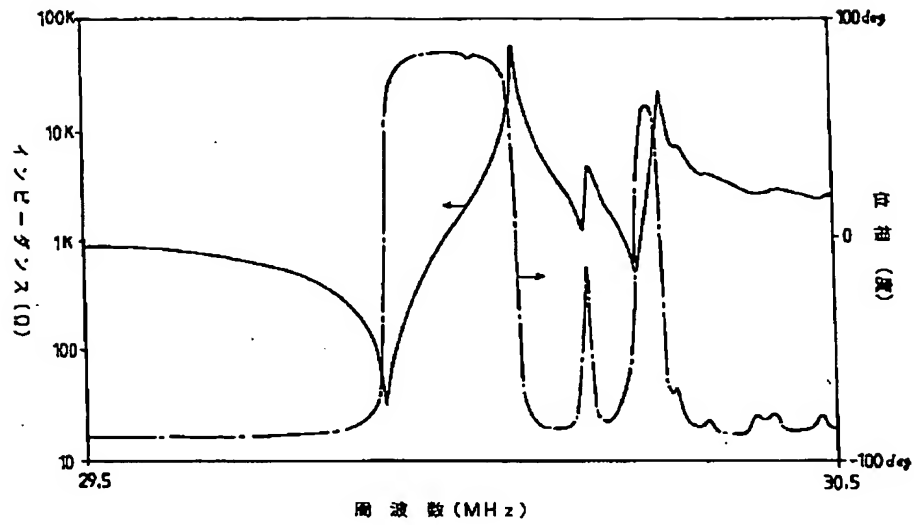
【図 10】



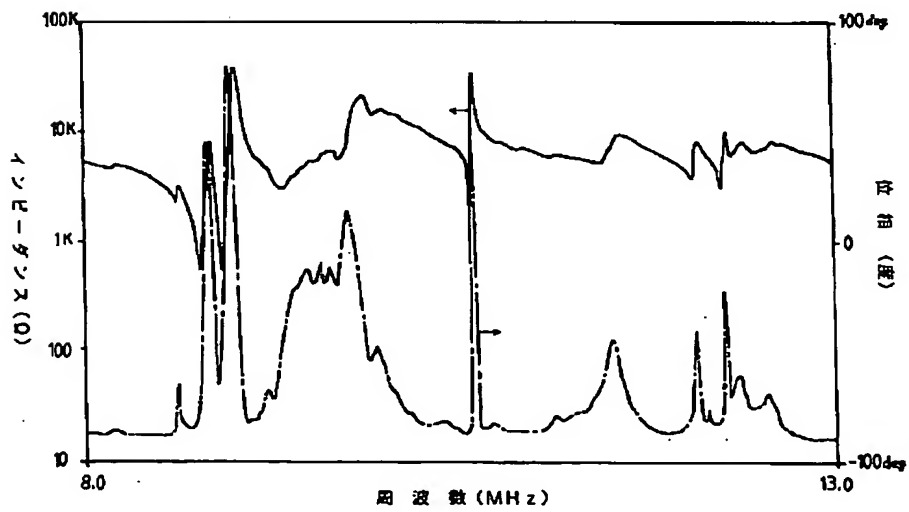
【図 15】



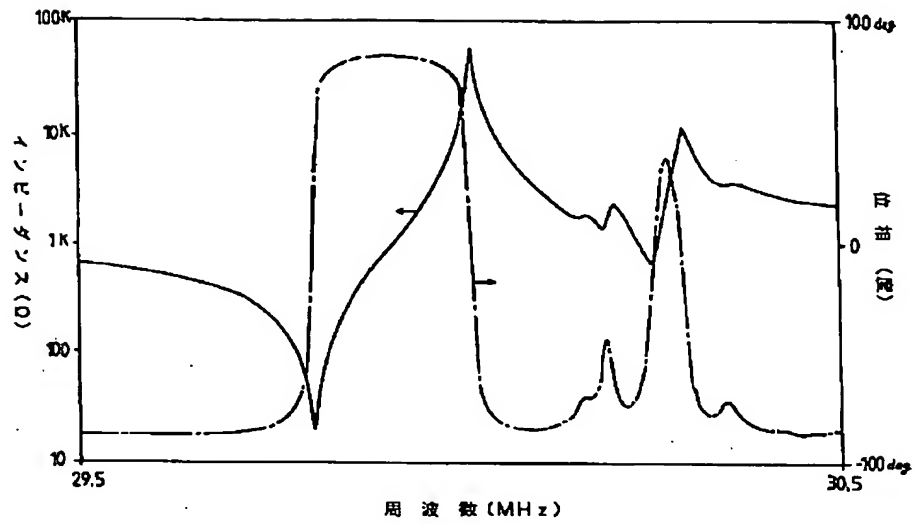
【図 8】



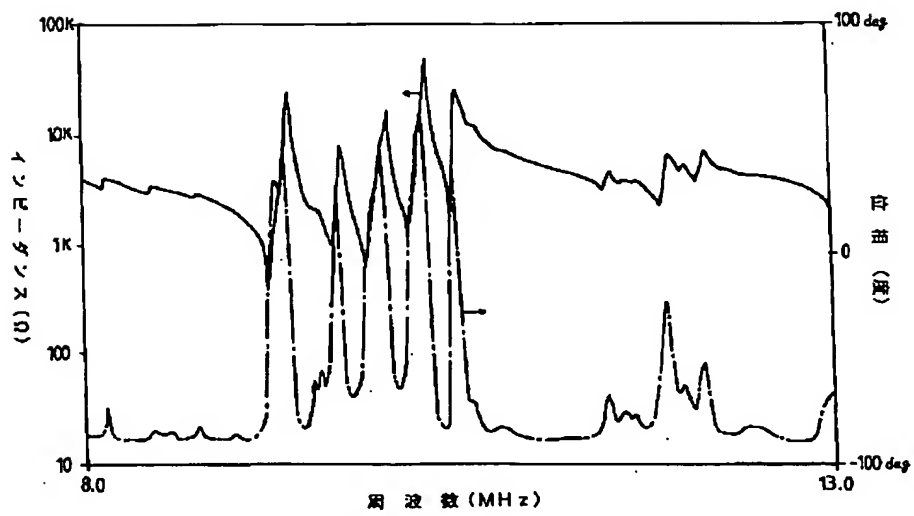
【図 9】



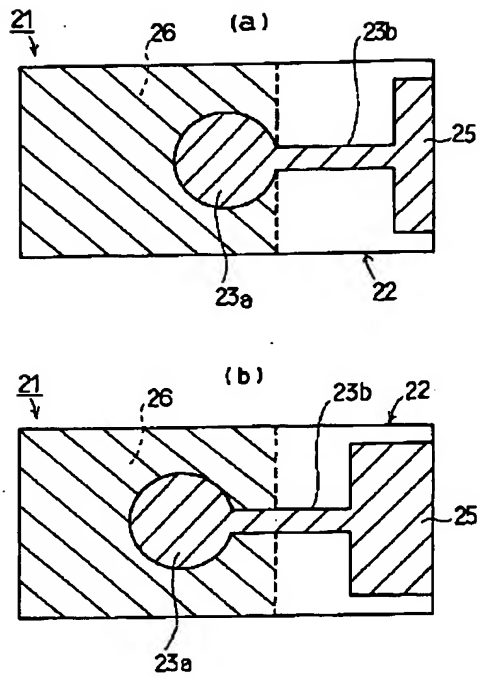
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 14】

